

Ⅲ - 271

遠心模型実験による埋設管の動的挙動（その2）  
粗粒材による埋戻し

水資源開発公団  
" 正会員  
" 正会員

平野 勇  
東 世司美  
青山 竜二

日特建設(株)  
中央大学理工学部

正会員 ○ 池田 淳  
正会員 藤井 斉昭

1. はじめに

これまでの実験は一樣な飽和砂地盤における地中埋設管の動的挙動を調べることに、遠心力場における振動実験システムを作り上げることが主体であった。ここではこれまでの実験手法をもとに、埋設管の耐液状化対策工法の一つである、粗粒材を用いて埋設管を埋め戻したときの挙動について報告する。

2. 実験の概要

埋め戻しの部分を除き、せん断土槽内に相対密度が  $D_r \approx 60\%$  であるような飽和砂地盤を作製する。この作製手順はこれまでの一樣な飽和砂地盤の場合と全く同じである。土槽内の埋戻し部分と埋設管及び間隙水圧計・加速度計の配置を図-1に示す。図の左側は埋設管の有無による影響を見るため、粗粒材のみで埋め戻されている。この埋め戻し材には粒度調整した川砂を用い、その物性を周囲の砂（豊浦砂）と比較して表-1に示す。なお、40gの遠心力場において模型に加えた振動波形は均一地盤の場合と大きさが一樣なサイン波である。

3. 実験の結果

写真-1は40gの遠心力場でフライング中に、模型地盤の表面（図-1の上端部）を撮影したものである。写真の(a)は振動前(b)振動直後の地表面で、写真中央部の黒い二本の帯は埋戻し部の表面である。振動前には中央付近に見られる砂の表面（白い部分）が、振動後にはほとんど水で覆われてしまっていることがこれらの写真からわかる。これはゆるい状態の砂地盤が振動によって密に締め、内部の水が押し出されて地表面に溢れ出したものである。この場合の地表面沈下は3~4mm、実物規模の地盤に換算して約15cm前後であった。

間隙水圧の変動

図-2は振動によって生じる地盤内過剰間隙水圧の変化を示したもので、図中の記号は図-1に示す水圧計の位置に対応している。土槽の中央付近にある水圧計のU4、U5では振動と同時に間隙水圧が急速に増加し、その上昇速度は一樣地盤の場合と同じである。これに対し土槽下部にあるU6の水圧上昇は出足が鈍く、振動が終了した後に水圧の最大値が認められている。また、U4、U5では振動が続いている最中に、水圧上昇が急に停止して減少する様子が認められる。これらの特徴的な間隙水圧の変動は、一樣地盤では全く見られなかった動きである。これは表-1で示されるよう

	相対密度 $D_r$ (%)	乾燥密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	平均粒径 $D_{50}$ (mm)	均等係数 $U_c$	透水係数 $k$ (cm/sec)
豊浦砂	60	1.56	0.19	1.4	$2.3 \times 10^{-3}$
埋戻し材	90	1.79	2.6	1.7	3

表-1 試料砂の特性

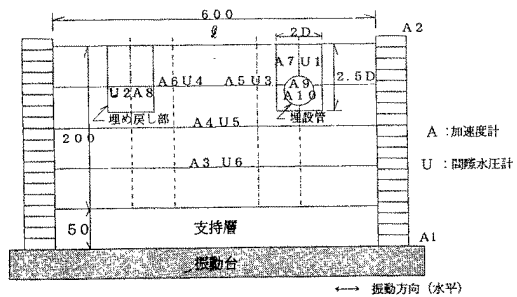


図-1 土槽内計測器の配置

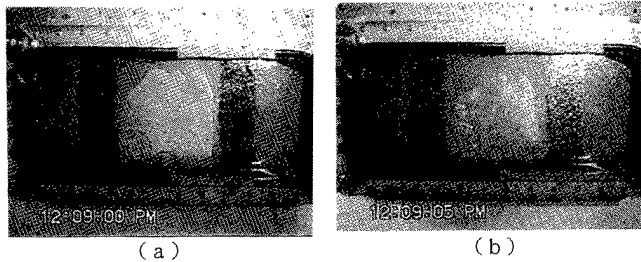


写真-1 振動前後の地盤表面

に、埋戻し材の透水係数は豊浦砂に比べて二桁も大きいことから、この埋戻し部が排水層として有効に働いたためと考えられる。即ち、埋戻し部に近いU4、U5では振動とともに間隙水圧が高まるが、有効応力比が1になる前にこの排水層によって水圧の開放が行われたことによるものである。因みに、直近の埋戻し部境界と水圧計の距離はU4（≒4cm）<U5（≒10cm）で、その差は図-2で水圧上昇が急に停止する時間及び水圧の減少量において顕著に見られる。埋戻し部の中の水圧計U1、U2には水圧上昇がほとんど見られなかった。砂地盤内では何れの水圧計も、間隙水圧が最大を示したときの有効応力比は0.8～0.9の範囲に達し、これは一様地盤の場合より若干小さいだけであった。なお、埋戻し部の中の水圧計U1、U2には水圧上昇がほとんど見られなかった。

**応答加速度**

図-3は先の間隙水圧計とほぼ対応する位置における応答加速度A3、A4ならびに埋設管の垂直（A9）と水平（A10）方向の加速度成分を示したものである。振動台の加速度（A1）は一様な大きさ±4.2gのサイン波であったのに対して、土槽下部のA3は入力加速度を大きく上回る応答を示し、水圧計の記録U6と対比させて考えても振動中にこの部分では液状化をしていないと判断される。また、埋設管の応答加速度は一様地盤の場合とは逆で、垂直方向よりも水平方向の加速度成分が卓越していることがわかる。なお、この実験では埋設管の浮き上がりは認められなかった。

**4. まとめ**

本実験で得られた知見をまとめると、以下の通りである。  
 ①耐液状化工法として粗粒材による埋戻しが、効果のあることが実験的に確かめられた。  
 ②埋戻し部が排水層として周辺地盤にも有効に働き、周辺の間隙水圧上昇を抑えている。  
 ③有効応力比が0.8以上になると、液状化地盤でみられるような応答加速度は急速に減少する。このような間隙水圧の上昇と応答加速度との相関が遠心模型実験において見られた。

参考文献 1)平野 勇・東 世司美・青山竜二・池田 淳・藤井斉昭：遠心模型実験による埋設管の動的挙動（その1） 土木学会第50回年次学術講演会概要集 Ⅲ，1995  
 2)平野 勇・東 世司美・青山竜二・藤井斉昭：遠心模型による大口径埋設管の地震時挙動 農業土木学会誌 1995-2 VOL.63 P37～42  
 3)東 世司美・青山竜二・涂 敏強・藤井斉昭：遠心モデル用せん断土槽の開発、せん断土槽による飽和砂地盤の動的挙動について 土木学会第49回年次学術講演会概要集 Ⅲ，1994

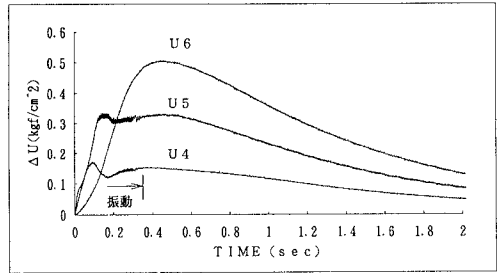


図-2 間隙水圧の経時変化

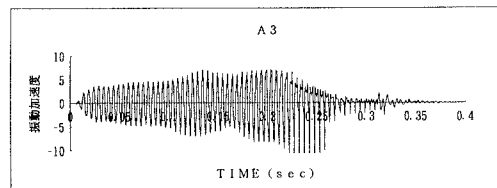
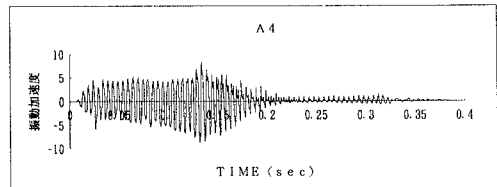
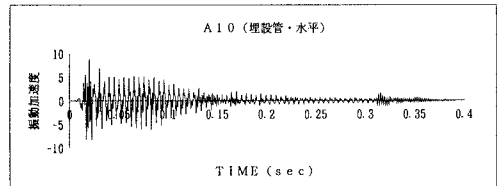
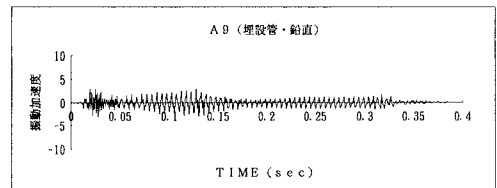


図-3 応答加速度